

7  
4  
TI Oxygen parameters of blood and tissues during  
intravascular

oxygenation of the organism

AU Efuin, S. N.; Shal'nev, B. I.; Eigeles, A. M.

CS Vses. Nauchno-Issled. Inst. Klin. Eksp. Khir., USSR

SO Eksperimental'naya Khirurgiya i Anesteziologiya  
(1974), (5), 71-4

CODEN: EKHAAF; ISSN: 0013-3329

DT Journal

LA Russian

AB Oxygen [7782-44-7] microemulsion administered to dogs  
after artificial cessation of respiration improved  
tissue O<sub>2</sub> consumption, pH, and pCO<sub>2</sub> values. The  
casein-glucose [50-99-7] microemulsion was prepared by  
saturation of, a solution of casein hydrolyzate with  
glucose and O<sub>2</sub> at 140-150 atmospheric The  
microemulsion was formed at normal atmospheric pressure  
before application. Oxygen content of circulating  
blood was satisfactory up to 30 min of the experiment  
Application of a THAM [77-86-1] solution (composition  
not given) improved the situation markedly.

*Вниманию читателей!*

С 1 сентября 1974 года Вы можете  
оформить подписку на журнал

**Вопросы нейрохирургии  
на 1975 год**

Основной задачей журнала является освещение теоретических, практических и организационных проблем современной нейрохирургии.

В журнале дается информация о новейших достижениях в лечении нейрохирургических заболеваний центральной, периферической и вегетативной нервной системы. Большое место уделяется новым методам диагностики и оперативных вмешательств, информации о новом хирургическом инструментарии и аппаратуре. Систематически публикуются обзоры литературы по наиболее актуальным вопросам современной нейрохирургии и смежным специальностям. Дается развернутая информация о научной жизни в виде отчетов о конференциях, симпозиумах и деятельности нейрохирургических обществ.

Журнал пропагандирует нейрохирургию как комплекс научных дисциплин и рассчитан на нейрохирургов, хирургов-травматологов, невропатологов, офтальмологов, оториноларингологов, рентгенологов, физиологов, морфологов.

Периодичность — 6 номеров в год

Подписная цена на год — 2 руб. 40 коп.

В розничную продажу не поступает

Подписку можно оформить у общественных распространителей печати по месту работы и учебы, в пунктах приема подписки Союзпечати, на почтамтах и в отделениях связи.

Издательство «Медицина»

JUN 25 1975  
MAY 9 1975

АКАДЕМИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУК СССР  
ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ХИРУРГОВ  
ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО АНЕСТЕЗИОЛОГОВ И РЕАНИМАТОЛОГОВ

# Экспериментальная ХИРУРГИЯ и АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор А. А. ВИШНЕВСКИЙ

М. Н. АРШИНОВА, Ю. Е. БЕРЕЗОВ, Т. М. ДАРБИНЯН (зам. главного редактора),  
С. Н. ЕФУНИ, И. С. ЖОРОВ, В. Г. КАРПЕНКО, И. Д. КИРПАТОВСКИЙ,  
В. В. КОВАНОВ (зам. главного редактора), М. Э. КОМАХИДЗЕ, Л. Д. КРЫМСКИЙ  
(ответственный секретарь), Ю. М. ЛОПУХИН, Ф. Н. РОМАШОВ, В. П. СМОЛЬНИ-  
КОВ, А. Н. СЫЗГАНОВ, С. Ш. ХАРНАС

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

У. А. Арипов (Ташкент), Р. П. Аскерханов (Махачкала), Ф. В. Баллюзек (Ленинград), Т. Буреев  
(Бухарест), М. П. Виланский (Ярославль), Г. Н. Захарова (Саратов), Б. А. Королев (Горький),  
Н. И. Краковский (Москва), Х. Д. Кулиева (Баку), Е. Н. Мешаакин (Новосибирск), П. Н. Напал-  
ков (Ленинград), В. П. Радуйкевич (Воронеж), Л. Л. Славко (Астрахань), В. И. Стручков (Москва),  
В. П. Стоянович (Белград), Ток Тхат Тунг (Ханой), И. Ф. Харитонов (Казань), К. Шишка (Брати-  
слава), Б. Шпачек (Прага)

ОСНОВАН В 1956 г.

5

СЕНТЯБРЬ—ОКТЯБРЬ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЕДИЦИНА»  
МОСКВА — 1974

## MORPHOLOGICAL LUNG CHANGES IN ENDOTRACHEAL ANESTHESIA, LAPAROTOMY AND STOMACH RESECTION IN EXPERIMENT

T. E. Vyshinskaya, T. S. Frolova

It was established that endotracheal anesthesia and surgery cause the reaction, in which lungs reflex disorders of microcirculation were the basis. Then a long-term inflammatory process, localized mainly interstitially and in zones of hemodynamic atelectasis with subsequent fibrosis on the interalveolate partitions, developed.

Hydrocortisone, aggravates microcirculatory disorders and generalizes an inflammatory process. Manifestation of the reaction depends on severity of an operative trauma and duration of artificial lung ventilation.

УДК 615.835.3.032.13/.14.07:616-008.922.1-074

С. Н. Ефунн, Б. И. Шальнев, А. М. Эйгелес

## КИСЛОРОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КРОВИ И ТКАНЕЙ ПРИ ВНУТРИСОСУДИСТОЙ ОКСИГЕНАЦИИ ОРГАНИЗМА

Всесоюзный научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной хирургии (дир. — акад. Б. В. Петровский) Министерства здравоохранения СССР, кафедра госпитальной хирургии I Московского медицинского института им. И. М. Сеченова

В настоящее время оставлены попытки пополнения кислородом организма путем введения его в сосудистую систему, поскольку при этом неизбежно возникает газовая эмболия, если скорость введения газа превышает 2—3 мл/кг в минуту. Однако с помощью метода внутрисосудистой оксигенации микроэмульсией кислорода (Б. В. Петровский и соавт.) оказывается возможным в экспериментальных условиях избежать этого осложнения и вводить в организм значительное количество кислорода, минуя дыхательные пути.

В частности, наши исследования показали, что можно обеспечить жизнеспособность собаки при 30-минутной асфиксии, вводя внутривенно микроэмульсию кислорода. Выживание животных после таких сроков асфиксии свидетельствует об интенсивном потреблении кислорода из микропузырьков эмульсии. Изучение газового состава крови в новых условиях кислородного снабжения представляет интерес.

В настоящей работе приведены результаты экспериментального изучения кислородных параметров крови и тканей при внутрисосудистой оксигенации микроэмульсией кислорода и отсутствии вентиляции легких.

**Методика.** Эксперименты проведены на 40 беспородных собаках разного возраста весом 16—22 кг. Микроэмульсия кислорода создавалась аппаратом АМЭГ-3, где под давлением 140—150 атм осуществлялось насыщение пенообразователя (гидролизат казеина с изотоническим раствором глюкозы в соотношении 1/4) кислородом. При снижении давления на выходе из аппарата до нормального происходит интенсивное выделение газа из раствора и образуется микроэмульсия кислорода, пригодная для введения в сосудистую систему.

Дыхание наркотизированного гексеналом (40 мг/кг) животного блокировали листеноном, после чего начинали введение микроэмульсии кислорода. Необходимое количество микроэмульсии определяли по номограмме (А. М. Эйгелес и Б. И. Шальнев).

Определяли показатели кислотно-щелочного равновесия, насыщение крови кислородом (кюветным оксиметром), напряжение кислорода в крови (электродом Кларка) и тканях (с помощью микроампервольтметра И-372/2), общее потребление кислорода и некоторые показатели внешнего дыхания с помощью спирографа.

В качестве средства борьбы с гиперкапнией применяли периодическую вентиляцию записью азота или капельное введение 0,5 М раствора ТНАМ. После прекращения введения микроэмульсии кислорода животное переводили на искусственную вентиляцию воздухом.

**Результаты исследования.** При исследовании кислотно-щелочного равновесия (данные 20 экспериментов) было установлено снижение рН с  $7,38 \pm 0,008$  до  $7,25 \pm 0,03$  к 30-й минуте оксигенации, с прекращением введения микроэмульсии кислорода величина рН в течение 10—15 мин возвращалась к исходному уровню.  $PCO_2$  достоверно повышалось, начиная с 5-й минуты оксигенации, с  $33,2 \pm 0,65$  до  $42,8 \pm 1,8$  мм рт. ст.; максимальная величина  $PCO_2$  (20-я минута оксигенации) составляла  $58,9 \pm 4,0$  мм рт. ст. Величина

избытка оснований (ВЕ) достоверно изменялась лишь на 30-й минуте оксигенации ( $с = 3,5 \pm 0,48$  мэкв/л в исходном состоянии до  $7,9 \pm 2,1$  мэкв/л). Величина стандартного бикарбоната (SB) на протяжении внутрисосудистой оксигенации колебалась в пределах 19,5—20,5 мэкв/л; ее изменения были статистически недостоверными.

Таким образом, данные кислотно-щелочного равновесия свидетельствуют о развитии умеренно выраженного дыхательного и метаболического ацидоза в период внутрисосудистой оксигенации с быстрой нормализацией после ее окончания.

В последующие 2 нед показатели кислотно-щелочного равновесия значительно не отклонялись от нормы.

Показатели, характеризующие кислородный режим организма, изменялись следующим образом. В контрольных опытах с блокадой внешнего дыхания насыщение гемоглобина кислородом в артериальной крови в течение 7—8 мин снижалось до 40%. Применение 0,5 М раствора ТНАМ позволяло поддерживать насыщение гемоглобина кислородом в пределах 86—96%.

Статистическая обработка результатов 20 экспериментов, в которых применены разные способы удаления  $CO_2$ , свидетельствует о постепенном снижении насыщения крови кислородом к концу эксперимента (см. таблицу).

Насыщение артериальной крови кислородом при внутрисосудистой оксигенации

Статистический показатель	Исходное состояние	Продолжительность эксперимента (в мин)					Время после опыта (в мин)	
		5	10	15	20	30	5	30
$M$ (в%) . . .	96	94	91	87	80	69	97	96
$\pm m$ . . .	0,6	1,1	1,0	1,8	2,3	5,0	0,4	0,4
$P$ . . . . .		$>0,05$	$<0,001$	$<0,001$	$<0,001$	$<0,001$	$>0,05$	—
$n$ . . . . .	20	20	20	20	20	15	20	20

Снижение уровня оксигемоглобина к концу эксперимента объясняется некоторым уменьшением потока микроэмульсии и увеличением количества  $CO_2$  в крови. Применение в ходе опыта раствора ТНАМ, как правило, позволяло поддерживать более высокий уровень оксигенации.

Полученные данные свидетельствуют о том, что кислород из микроэмульсии вступает в связь с гемоглобином, в результате чего процесс оксигенации тканей происходит обычным путем. Однако при внутрисосудистой оксигенации, помимо кислорода, связанного с гемоглобином, в крови есть кислород, который переносится к тканям без связи с гемоглобином, за счет физического растворения в плазме. Измерения показали, что в процессе оксигенации  $PO_2$  артериальной крови может поддерживаться на уровне 150—200 мм рт. ст.

О состоянии кислородных параметров в тканях мы судили по данным полярографии. Оказалось что напряжение кислорода, фиксируемое с помощью железного и медного амальгамированного электродов в определенных участках мышцы языка, является весьма чувствительным индикатором количества кислорода, поступающего к тканям в составе микроэмульсии с артериальной кровью.

При недостаточно интенсивном потоке микроэмульсии кислорода уровень полярограммы немедленно начинает снижаться, опережая при этом изменения таких показателей, как ЭЭГ и артериальное давление. Увеличение потока до расчетных величин (6 мл кислорода на 1 кг веса) приводит к такому же быстрому подъему кривой напряжения кислорода.

При рациональном режиме внутрисосудистой оксигенации полярографические данные свидетельствуют об относительной стабильности  $PO_2$  тка-

ней. Степень снижения полярографической кривой, как правило, колебалась в пределах 10—15%.

Для нас представляли также интерес процесс восстановления адекватного самостоятельного дыхания животного после эксперимента, уровень потребления кислорода и взаимосвязь между параметрами кислородного режима и гемодинамическими показателями.

В ближайший час после эксперимента минутный объем дыхания (МОД) и потребление кислорода увеличивались. МОД возрастал со 143 до 198 мл/мин·кг, потребление кислорода — с 6,75 до 8,0 мл/мин·кг ( $P < 0,05$ ;  $n=20$ ).

Нами также проводились исследования содержания кислорода в артериальной и венозной крови животных с учетом возможных изменений кислородной емкости крови.

С этой целью одновременно с концентрацией оксигемоглобина мы определяли количество гемоглобина в крови, затем рассчитывали содержание кислорода в артериальной и венозной крови.

Изменения насыщения артериальной крови в ближайший час после внутрисосудистой оксигенации были незначительными (90—98% в исходном состоянии и 92—96% после эксперимента). Однако в связи с некоторым уменьшением количества гемоглобина в крови (с 13,4—19,0 до 12,4—18 г%) кислородная емкость крови снижалась.

В результате мы не наблюдали статистически достоверных изменений содержания кислорода в артериальной крови и уменьшения содержания кислорода в венозной крови (с 16,1 до 14,1 об. %).

Большое значение в оценке состояния животного после эксперимента имеют показатели, характеризующие связь между кислородными параметрами и функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы. В частности, о приспособительных механизмах гемодинамики в ответ на изменения кислородных параметров крови и тканей свидетельствуют такие показатели, как кислородный пульс (количество кислорода, поглощаемое на каждое сокращение сердца), дыхательный эквивалент (объем вентилируемого воздуха, из которого поглощается 1 л кислорода) и гемодинамический эквивалент (количество крови, из которого ткани извлекают 1 л кислорода).

Согласно нашим данным, при внутрисосудистой оксигенации происходило увеличение кислородного пульса с 17,4 до 20,3 мл и снижение гемодинамического эквивалента с 19,5 до 17,7 л, однако эти изменения не были статистически достоверными.

Как видно из приведенных данных, при внутрисосудистой оксигенации микроэмульсией кислорода в условиях блокады внешнего дыхания кислородные параметры крови и тканей не претерпевают серьезных сдвигов. Имевшиеся нарушения в период оксигенации объясняются умеренной степенью гипоксии, развивавшейся к 20—30-й минуте в результате некоторого дефицита кислорода. Мы допускали это в наших экспериментах, поскольку указанные признаки появлялись в такие сроки, когда возможность жизни животных в контрольных экспериментах была исключена.

В ближайший период после эксперимента определенные взаимосвязанные изменения показателей гемодинамики и кислородных параметров крови, свидетельствующие о некотором повышении интенсивности метаболических процессов в организме, не отличаются от таковых при любом вмешательстве на животном, связанном с введением барбитуратов и различных релаксантов.

Выводы. 1. Внутрисосудистая оксигенация микроэмульсией кислорода позволяет поддерживать кислородный режим организма на уровне, обеспечивающем жизнеспособность животного в течение 30 мин.

2. Кислородные параметры крови и тканей, по данным насыщения гемоглобина и напряжения  $O_2$  в тканях, содержания  $O_2$  в крови, соотношения кислотно-щелочного равновесия, свидетельствуют об интенсивном потреблении тканями кислорода из микропузырьков эмульсии.

ЛИТЕРАТУРА. Петровский Б. В., Ефун С. Н., Эйгелес А. М. Тезисы докл. 12-го Международн. конгресса по переливанию крови. М., 1969, с. 187. — Эйгелес А. М., Шальнев Б. И. В кн.: Клиническое и экспериментальное применение новых методик и аппаратуры. М., 1972, в. 3, с. 88.

#### OXYGEN PARAMETERS IN BLOOD AND TISSUES IN INTRAVASCULAR OXYGENATION OF THE ORGANISM

S. N. Efuny, B. I. Shalnev, A. M. Egeles

In intravascular oxygenation with microemulsion of oxygen in experiment the authors determined oxygen saturation of the blood, tension of oxygen in blood and tissues, common oxygen consumption and some other figures of external respiration. The data received testify that intravascular oxygenation with oxygen microemulsion in the absence of external respiration allows one to maintain the oxygenic condition of the organism on the level which provides the animal's viability for 30 min.

The studied parameters indicate the intensive oxygen consumption from emulsion microbubbles by tissues.

УДК 616.131-089.811-07:616.24-091-07

В. Н. Цибуляк, М. Г. Ревзис, Л. А. Марсагншвили

#### ВЛИЯНИЕ РЕДУЦИРОВАННОГО КРОВОТОКА ПРИ ПАРЦИАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ НА МОРФОЛОГИЮ ГИСТОСТРУКТУР ЛЕГКОГО В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Отдел анестезиологии и реанимации (зав. — проф. А. А. Бунятян) Всесоюзного научно-исследовательского института клинической и экспериментальной хирургии Министерства здравоохранения СССР и Госпитальной хирургической клиники (дир. — акад. Б. В. Петровский) I Московского медицинского института им. И. М. Сеченова, кафедра грудной хирургии с реанимацией (зав. — проф. В. И. Пипия) при Тбилисском институте усовершенствования врачей

Временное коллабирование легочной ткани (парциальная вентиляция), рекомендуемое современной анестезиологией при операциях на легких, чревато опасностью нарушений газообмена, вызванных шунтированием. Для профилактики этих нарушений многие исследователи предлагают производить перевязку легочной артерии на период коллапса, т. е. так называемую физиологическую пульмонэктомию (А. М. Кулик и Н. В. Санюк; А. И. Трещинский; О. А. Долина; Björk и соавт.; Neuwman и соавт.; Bendixen; Grillo и соавт., и др.).

В то же время некоторые авторы считают, что окклюзия легочной артерии приводит к уменьшению растяжимости легких и образованию ишемических очагов (Н. П. Бисенков; Vitolo и соавт.; Tissi и соавт.). Часть исследователей придерживаются мнения о безопасности временной перевязки легочной артерии, так как относят их к чисто функциональным сосудам — vasa pullica (В. Л. Евграфов).

Исходя из указанных предпосылок, мы считали целесообразным дать сравнительную оценку исследованиям с коллабированием разных объемов легочной паренхимы в 2 группах: с пережатием и без пережатия ветвей легочной артерии коллабированных долей на период ателектаза.

Материал и методы исследований. Проведено 36 экспериментов на беспородных собаках в 3 сериях по 12 животных в каждой: I — вентиляция правого легкого (однолегочная вентиляция — ОЛВ), коллабировано 41,6% легочной паренхимы; II серия — вентиляция средней и нижней долей правого легкого (двухдолевая вентиляция — ДДВ), коллабировано 66,5% легочной паренхимы; III серия — вентиляция нижней доли правого легкого (однодолевая вентиляция — ОДВ), коллабировано 75,3% легочной паренхимы, распределение легочной ткани по долям дано согласно схеме Рана.

Каждая серия состояла из двух групп (по 6 собак в каждой): в I-й группе одновременно с отключением заданного объема легочной паренхимы производили окклюзию ветвей легочной артерии соответственно коллабированным долям (шунт устранен), во 2-й группе сосуды оставались интактными (шунт сохранен). Продолжительность ателектаза (период воздействия) колебалась от 60 до 90 мин.

Для коллабирования необходимого объема легочной паренхимы пользовались следующей методикой. У собак в условиях эфирно-кислородного наркоза с искусственной вентиляцией легких в пятом межреберье производили правостороннюю (для ОЛВ) или двустороннюю (для ДДВ и ОДВ) торакотомию. Удлиненную интубационную трубку в фазе выдоха устанавливали в зависимости от цели эксперимента на уровень правого главного